

PATENT  
81872.0060  
Express Mail Label No. EV 325 215 080 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

ITO, et al.

Serial No: Not Assigned

Filed: March 26, 2004

For: Surface Acoustic Wave Apparatus  
and Communications Device

Art Unit: Not Assigned

Examiner: Not Assigned

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 2003-089362, which was filed March 27, 2003, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

Date: March 26, 2004

By: 

Anthony J. Orler  
Registration No. 41,232  
Attorney for Applicant(s)

500 South Grand Avenue, Suite 1900  
Los Angeles, California 90071  
Telephone: 213-337-6700  
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

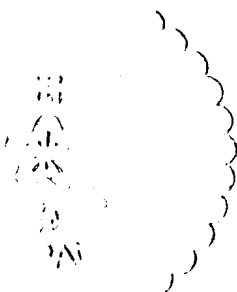
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   3 月 2 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 8 9 3 6 2  
Application Number:

[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 8 9 3 6 2 ]

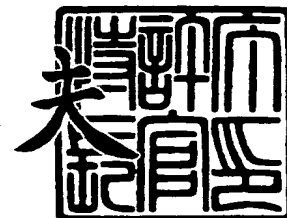
出      願      人            京セラ株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 0000302741

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 9/145

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 3 号 京セラ株式会社中央研究所内

【氏名】 伊藤 幹

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 3 号 京セラ株式会社中央研究所内

【氏名】 巻渕 大輔

【発明者】

【住所又は居所】 京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 3 号 京セラ株式会社中央研究所内

【氏名】 山形 佳史

【発明者】

【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

【氏名】 丸田 幸一

【特許出願人】

【識別番号】 000006633

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地

【氏名又は名称】 京セラ株式会社

【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005337

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板の一方主面に、多数の電極指を有した一对の櫛歯状電極を、一方の櫛歯状電極の電極指間に他方の櫛歯状電極の電極指が位置するようにして対向配置させた複数の I D T 電極とアース電位となる電極とを形成した弾性表面波素子を、回路基板に実装して成る弾性表面波装置において、

前記 I D T 電極の一对の櫛歯状電極同士が、ドナーまたはアクセプタと成る不純物を含有した半導体を介して電氣的に接続されていることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項 2】 前記半導体がシリコンであることを特徴とする請求項 1 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 3】 前記不純物が B, A l, G a, I n, P, A s, S b の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 4】 前記 I D T 電極の一对の櫛歯状電極間の抵抗値が、30 M $\Omega$  以下とされていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項 5】 前記 I D T 電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、2 k $\Omega$  以上 30 M $\Omega$  以下とされていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項 6】 前記 I D T 電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、20 k $\Omega$  以上 30 M $\Omega$  以下とされていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば携帯電話等の移動体通信機器や車載用機器、医療用機器等に用いられる弾性表面波装置に関し、詳しくは、I D T 電極の放電破壊を防止する構造に特徴を有する弾性表面波装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

弾性表面波共振器や弾性表面波フィルタ等の弾性表面波装置は、マイクロ波帯を利用する各種無線通信機器や車載用機器、医療用機器等に幅広く用いられているが、従来の弾性表面波装置においては、圧電基板の有する焦電性により、急激な温度変化にさらされると I D T 電極で放電破壊が発生し、電気特性が劣化するという問題があった。このため、I D T 電極の放電破壊を防止する為に今日まで様々な改良が加えられて来た。

## 【0003】

従来の放電破壊防止対策が施された弾性表面波装置としては、例えば I D T 電極を形成する一対の櫛歯状電極を、抵抗体を介して接続する構造の物が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0004】

図 9 は特許文献 1 で開示されている従来の弾性表面波装置に用いられる弾性表面波素子の電極構造を模式的に示す平面図である。

## 【0005】

図 9 において、弾性表面波素子 400 は、圧電基板 401 上に、入力側インターデジタルトランスデューサー（I D T）電極 402 a、出力側 I D T 電極 402 b、入出力 I D T 電極間の誘導をキャンセルする為のシールド電極 403、吸音材 404、I D T 電極を形成する一対の櫛歯状電極どうしを静電的に短絡する為の薄膜抵抗体 405 が形成されている。薄膜抵抗体 405 の材料には T a - S i O<sub>2</sub> や N b - S i O<sub>2</sub> などを混合焼結したものが用いられる。

## 【0006】

上述した弾性表面波素子 400 では、薄膜抵抗体 405 によって対向する櫛歯状電極どうしが短絡されている。その為、焦電効果によって I D T 電極上に誘起された電荷により、対向する櫛歯状電極間で放電破壊が発生するのを防ぐことができる。

## 【0007】

また、I D T 電極を構成する一対の櫛歯状電極どうしを短絡させる抵抗体とし

て金属酸化物を利用する方法も開示されている。(例えば、特許文献2参照)

【0008】

【特許文献1】

特開平9-260994号公報 (図4)

【0009】

【特許文献2】

特開2000-183680号公報 (図1)

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の弾性表面波装置は、以下の問題を有していた。

【0011】

まず、小型化及び高信頼性化が困難なことである。

【0012】

放電破壊を防止するために形成する抵抗リンクの抵抗値としては、特公平5-59609号公報等により  $1\text{ k}\Omega \sim 1000\text{ G}\Omega$  が良いとされている。しかし、抵抗リンクによる電気特性の劣化を防止するためには、通常動作時に抵抗リンクを通して流れる電流を低く抑える必要があり、抵抗値は有る程度大きい方が望ましい

特許文献1では、薄膜抵抗体材料として  $\text{Ta-SiO}_2$  や  $\text{Nb-SiO}_2$  などを混合焼結した物が用いられていたが、それらの比抵抗値は  $200\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}$  程度以下と小さいため、大きな抵抗値を得るためにはある程度の長さが必要であった。例えば  $1\text{ M}\Omega$  の抵抗値を得る為には、厚み  $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、幅  $100\text{ }\mu\text{m}$  とすると  $25\text{ mm}$  もの長さが必要となる。近年の  $\text{GHz}$  帯で使用される弾性表面波フィルタ等に用いられる弾性表面波素子の大きさは縦横とも  $1\text{ mm}$  程度であるが、上記抵抗体を形成する為にはその25倍程度の面積が必要になり、弾性表面波素子が著しく大型化してしまう。

【0013】

抵抗体を小型化するために厚みと幅を最大限に小さくし、例えば厚み  $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、幅  $1\text{ }\mu\text{m}$  とすると、長さは  $250\text{ }\mu\text{m}$  になり小型化は達成される。しかし、

このような細長い形状の抵抗体では、電流が流れた時の発熱による温度上昇などにより断線しやすくなる。リフロー時など300℃ぐらいに加熱された時に、焦電効果により電荷が誘起されて抵抗体に大きな電流が流れると、発熱して更に温度が上昇することになり、抵抗自身が断線する可能性が高くなる。抵抗体の断線が起これば、焦電効果により誘起された電荷を逃がす手段が無くなるため、それ以後の温度変化によりIDT電極が放電破壊を起こすことを防止できなくなる。また、薄膜抵抗体材料自身の耐熱性にも問題があることが特許文献1において示されており、温度が上昇すると急激に酸化が進むなど、信頼性に問題があった。

#### 【0014】

さらに、特許文献2で開示された弾性表面波装置においては、金属酸化物層を数nmと非常に薄く形成する必要があるが、金属酸化物層の電気特性が不安定であるという問題があった。この問題に対して特許文献2においては、複数の金属酸化物層を直列接続する対策を開示しているが、問題が発生する確率を減らすことしかできず、根本的な解決策は見いだせなかった。

#### 【0015】

本発明は上述の課題に鑑みて案出されたものであり、その目的は、小型で且つ信頼性の高い弾性表面波装置を提供することにある。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決する為に、本発明の弾性表面波装置は、圧電基板の一方主面に、多数の電極指を有した一对の櫛歯状電極を、一方の櫛歯状電極の電極指間に他方の櫛歯状電極の電極指が位置するようにして対向配置させた複数のIDT電極とアース電位となる電極とを形成した弾性表面波素子を、回路基板に実装して成る弾性表面波装置において、前記IDT電極の一对の櫛歯状電極同士が、ドナーまたはアクセプタと成る不純物を含有した半導体を介して電氣的に接続されていることを特徴とするものである。この半導体が抵抗体となる。

#### 【0017】

また、本発明の弾性表面波装置は、前記半導体がシリコンであることを特徴とするものである。



**【0018】**

更に、本発明の弾性表面波装置は、前記不純物がB, Al, Ga, In, P, As, Sbの少なくとも一つを含むことを特徴とするものである。

**【0019】**

また更に、本発明の弾性表面波装置は、前記IDT電極の一对の櫛歯状電極間の抵抗値が、30MΩ以下とされていることを特徴とするものである。

**【0020】**

更にまた、本発明の弾性表面波装置は、前記IDT電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、2kΩ以上30MΩ以下とされていることを特徴とするものである。

**【0021】**

そして、本発明の弾性表面波装置は、前記IDT電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、20kΩ以上30MΩ以下とされていることを特徴とするものである。

**【0022】****【作用】**

本発明によれば、IDT電極の一对の櫛歯状電極同士が、ドナーまたはアクセプタと成る不純物を含有した半導体からなる抵抗体を介して電氣的に接続されている。IDT電極の一对の櫛歯状電極同士が抵抗体を介して電氣的に接続されているので、急激な温度変化等により焦電効果で発生した電荷が抵抗体を介して移動し、一对の櫛歯状電極の間に放電破壊を引き起こすような大きな電位差が生じるのを防ぐ為、IDT電極の放電破壊を防止することができる。また、抵抗体がドナーまたはアクセプタと成る不純物を含有した半導体とされている為、不純物の含有量によって抵抗率を任意にコントロールすることが可能となり、適切な抵抗率とすることによって、抵抗体の形状を小型且つ無理のないものとすることができる。これによって抵抗体の焼損などの不具合発生を防止でき、小型で信頼性の高い弾性表面波装置が実現できる。

**【0023】**

また、本発明によれば、半導体がシリコンとされている。シリコン単体の比抵

抗は常温で約  $3000\ \Omega \cdot \text{m}$  と十分に高い為、不純物の含有量の変化によって広い範囲の抵抗率を容易に得ることができる。また、シリコンは安定性が高く、圧電基板への接合性も優れている為、弾性表面波装置の信頼性を高めることができる。また、シリコン膜は蒸着やスパッタなどの方法により、精度良く且つ簡便に形成することができるため、信頼性の高い弾性表面波装置を低コストで製造することができる。

#### 【0024】

更に、本発明によれば、不純物が B, Al, Ga, In, P, As, Sb の少なくとも一つを含むとされている。これらの元素はシリコンに対する固溶限界が高いので多量にドーピングすることができる。また、4 価のシリコンに対して 3 価もしくは 5 価である為、ドーピングする不純物として好適に用いることが用いることができる。これによって広い範囲の抵抗率を容易に得ることができる。

#### 【0025】

また更に、本発明によれば、IDT 電極の一对の櫛歯状電極間の抵抗値が、 $30\ \text{M}\Omega$  以下とされているので、放電破壊の発生を確実に防止できる。

#### 【0026】

更にまた、本発明によれば、IDT 電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、 $2\ \text{k}\Omega$  以上  $30\ \text{M}\Omega$  以下とされているので、放電破壊の発生を確実に防止しつつ、弾性表面波装置の電気特性の悪化を許容できる範囲に抑えることができる。

#### 【0027】

そして、本発明によれば、IDT 電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、 $20\ \text{k}\Omega$  以上  $30\ \text{M}\Omega$  以下とされているので、弾性表面波装置の電気特性を悪化させることなく、放電破壊の発生を確実に防止することができる。

#### 【0028】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図 1～図 5 に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明の弾性表面波装置に用いる弾性表面波素子の一実施形態を模式的に示す平面図、図 2 は本

発明の弾性表面波装置の全体構造を模式的に示す断面図、図 3 は図 1 に示された弾性表面波素子の電氣的等価回路示す図、図 4 及び図 5 は本発明の他の実施形態の弾性表面波装置に用いる弾性表面波素子を模式的に示す平面図である。図において、1 は弾性表面波装置であり、10 は弾性表面波素子であり、70 は回路基板である。

#### 【0029】

まずは図 1 ～図 3 を用いて本発明の弾性表面波装置の第 1 実施形態について説明する。

#### 【0030】

弾性表面波素子 10 は、例えばタンタル酸リチウム単結晶、ニオブ酸リチウム単結晶、四ホウ酸リチウム単結晶などの圧電性の単結晶から成る圧電基板 20 と、基板 20 の一方主面上に形成され、且つ弾性表面波を用いて機能する各種電極 30 と、同じく圧電基板 20 の一方主面に形成される抵抗体 40 とから構成されている。

#### 【0031】

各種電極 30 はアルミニウム若しくはアルミニウムを主成分とする合金などからなり、図 1 に示すように、弾性表面波を励振する IDT 電極 31、32、弾性表面波の伝搬方向に沿って IDT 電極の両側に配置される反射器電極 33、34、IDT 電極に電氣的に接続される入出力パッド電極 35、36、アース電位に接続される接地用環状電極 37、さらに、各電極を接続する接続電極 38 などが例示できる。

#### 【0032】

IDT 電極 31 は、帯状の共通電極と該共通電極に対し直交する方向に延びる複数の電極指とで形成されている櫛歯状電極 31a、31b を、互いの電極指がかみ合うように対向配置してなる。そして、弾性表面波の伝搬方向に沿って配置される一対の反射器電極 33a、33b、及びその間に配置された IDT 電極 31 により、一端子対共振器 301 が形成されている。

#### 【0033】

同様に、IDT 電極 32 は対向配置された一対の櫛歯状電極 32a、32b よ

り成り、弾性表面波の伝搬方向に沿って配置される一対の反射器電極 34 a、34 b、及びその間に配置された I D T 電極 32 により、一端子対共振器 302 が形成されている。

そして、入力パッド電極 35 と出力パッド電極 36 の間に直列に接続された一端子対共振器 301 と、入出力間と G N D との間に接続された一端子対共振器 302 とで、ラダー型フィルタが構成されている（図 3 参照）。

#### 【0034】

図 1 において、櫛歯状電極 31 a は入力パッド電極 35 に接続されており、櫛歯状電極 31 b は接続電極 38 を介して出力パッド電極 36 に接続されているため、どちらの櫛歯状電極も信号側電位となるが、櫛歯状電極 31 a は入力パッド電極 35、接続電極 38、抵抗体 40（各箇所に分けて符号を 40 a、40 b、40 c と付す）を介して接地用環状電極 37 に電氣的に接続されており、櫛歯状電極 31 b も接続電極 38、出力パッド電極 36、抵抗体 40 d、40 e、40 f を介して接地用環状電極 37 に電氣的に接続されている。よって、櫛歯状電極 31 a と櫛歯状電極 31 b との間も、抵抗体 40 a、40 b、40 c、40 d、40 e、40 f を介して電氣的に接続されることとなる。

#### 【0035】

また、櫛歯状電極 32 a は接続電極 38 を介して出力パッド電極 36 と接続されるため信号電位となり、櫛歯状電極 32 b は反射器電極 34 b と接続電極 38 を介して接地用環状電極 37 に接続されるためアース電位となるが、櫛歯状電極 32 a は接続電極 38、出力パッド電極 36、抵抗体 40 d、40 e、40 f を介して接地用環状電極 37 に電氣的に接続されているため、櫛歯状電極 32 a と櫛歯状電極 32 b との間も、抵抗体 40 d、40 e、40 f を介して電氣的に接続されることとなる。

#### 【0036】

このように、I D T 電極の一対の櫛歯状電極同士が抵抗体を介して電氣的に接続されているので、急激な温度変化等が生じた時に焦電効果によって発生する電荷が、電荷によって生じる電位差を打ち消すように抵抗体を介して移動する。これによって、一対の櫛歯状電極の間に放電破壊を引き起こすような大きな電位差

が生じるのが防がれ、IDT電極の放電破壊を防止することができる。

【0037】

また、本実施形態の弾性表面波素子においては、一对の櫛歯状電極間のみならず、反射器電極も含めた全ての電極の間が、直接もしくは抵抗体を介して電氣的に接続されている。よって、例えばIDT電極と反射器電極との間のような、あらゆる電極間の放電破壊を防止することができる。

【0038】

更に、弾性表面波装置の使用状態においては、接地用環状電極はアース電位に接続される。全ての電極は接地用環状電極を介して、また、更には抵抗体を介してアース電位に接続される為、焦電効果によって発生した電荷を速やかにアースへ逃がすことができ、温度変化に対して安定で信頼性の高い弾性表面波装置とすることができる。

【0039】

また、抵抗体40a～40fはB，Al，Ga，In，P，As，Sb等の不純物を含有したシリコンなどの半導体としてある為、不純物の含有率によって抵抗体の抵抗率を所望の値にコントロール可能となり、抵抗体40a～40fの形状を小型且つ無理のないものとすることができ、小型且つ信頼性の高い弾性表面波装置とすることができる。

【0040】

また、半導体材料は温度が上昇すると比抵抗が小さくなる性質がある。よって急激な温度上昇が生じて、抵抗体の抵抗値が小さくなり、焦電効果により発生した電荷を速やかに移動させることができる。また、抵抗体に大きな電流が流れて抵抗体の温度が更に上昇しても、抵抗体の抵抗値が更に下がり発熱を抑えるため、抵抗体の過度の温度上昇を防ぎ、抵抗体の断線などの不具合発生を防止できる。

【0041】

抵抗体の40の抵抗値は、高すぎるとIDT電極の放電破壊を防ぐ効果が低くなり、小さすぎると弾性表面波装置の電気特性が劣化してしまうため、弾性表面波装置に要求される電気特性に応じて適切に設定する必要がある。

## 【0042】

まず、放電破壊防止の観点からみると、IDT電極の一对の対向する櫛歯状電極間の抵抗値を30MΩ以下とすることによって、櫛歯状電極間の放電破壊を確実に防止することができる。

## 【0043】

また、電気特性の観点から見ると、信号側電位となる電極とアース電位となる電極との間の抵抗値を2kΩ以上とすることによって、アース電位側に漏れる信号を許容範囲内に抑えることができ、電気特性の劣化を実用上問題ないレベルとすることができる。

## 【0044】

更に、信号側電位となる電極とアース電位となる電極との間の抵抗値を20kΩ以上とすることによって、アース電位側に漏れる信号を無視できるレベルに抑えることができ、電気特性の劣化を無くすることができる。

## 【0045】

入出力パッド電極35、36と接地用環状電極37の上には、図2に示すように導体膜50が形成される。また、圧電基板20の一方主面には、導体膜50を露出するように、保護膜60が形成されている。

## 【0046】

以上のように構成した弾性表面波素子10を、弾性表面波素子10の一方主面に形成された導体膜50と、回路基板70の実装面に形成された接続電極80とを、半田バンプ90を介して接続する。これにより、弾性表面波素子10と回路基板70とが電気的かつ機械的に接続される。同時に、弾性表面波素子10の一方主面と、回路基板の実装面との間の間隙が気密封止される。

## 【0047】

図2では省略しているが、回路基板70の底面には外部端子電極が形成されており、外部端子電極と各接続電極80とは、回路基板70の表面や内部に形成された配線パターンを介して電気的に接続されている。

## 【0048】

そして、弾性表面波素子10の他方主面及び周囲面に樹脂100が形成され、

弾性表面波素子 10 の損傷を防止している。尚、回路基板 70 の表面と各種電極 30 の表面との間隔は、弾性表面波素子 10 で発生する弾性表面波の波長以上の長さに設定され、振動空間が確保されている。

#### 【0049】

図 4 は本発明の第 2 実施形態の弾性表面波装置における、弾性表面波素子 10 の電極構造を模式的に示す平面図である。

#### 【0050】

この弾性表面波素子 10 には接地用環状電極が形成されていないが、第 1 実施形態の弾性表面波素子と同様に、IDT 電極 31 と反射器電極 33a、33b により一端子対共振器 301 が形成され、IDT 電極 32 と反射器電極 34a、34b により一端子対共振器 302 が形成され、この二つの一端子対共振器 301、302 によってラダー型フィルタが構成されている。

#### 【0051】

図 4 において、入力パッド電極 35 に接続されて信号側電位となる櫛歯状電極 31a と、接続電極 38 を介して出力パッド電極 36 に接続されて信号側電位となる櫛歯状電極 31b とは、接続電極 38、反射器電極 33a、33b、抵抗体 40a、40b、入力パッド電極 35 を介して電氣的に接続されている。

#### 【0052】

同様に、接続電極 38 を介して出力パッド電極 36 に接続されて信号側電位となる櫛歯状電極 32a と、アース用パッド電極 39 に接続されてアース電位となる櫛歯状電極 32b とは、接続電極 38、出力パッド電極 36、アース用パッド電極 39、抵抗体 40d、40e を介して電氣的に接続されている。

#### 【0053】

更に、全ての電極が、直接あるいは抵抗体 40 を介して電氣的に接続されており、全ての電極間の放電破壊が防止されている。

#### 【0054】

図 5 は本発明の第 3 実施形態の弾性表面波装置における、弾性表面波素子 10 の電極構造を模式的に示す平面図である。

#### 【0055】

この弾性表面波素子 10 においては、反射器電極 33a、33b とその間に配置された IDT 電極により一端子対共振器 301 が形成され、反射器電極 33c、33d とその間に配置された複数の IDT 電極により二重モード弾性表面波フィルタ 303 が形成されている。そして、一端子対共振器 301 と二重モード弾性表面波フィルタ 303 とが、入力パッド電極 35 と出力パッド電極 36 との間にカスケード接続されている。

#### 【0056】

図 5 においても、対向する一对の櫛歯状電極の間が抵抗体 40 を介して電氣的に接続されており、櫛歯状電極間の放電破壊が防止されている。更に、反射器電極を含む全ての電極の間が、直接あるいは抵抗体 40 を介して電氣的に接続されており、全ての電極間の放電破壊が防止されている。

#### 【0057】

尚、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変更・改良などが可能である。

#### 【0058】

上記実施形態では、シリコンにドーピングする不純物として有効なものに、B、Al、Ga、In、P、As、Sb を例示したが、例えば、Tl、Bi、N、Li、Fe、Cu、Au、Ge、Sn、等の他の元素を用いても構わない。

#### 【0059】

また、上記実施形態においては、全ての電極の間を、直接あるいは抵抗体 40 を介して電氣的に接続する構成としたが、場合によっては必ずしもそうする必要はない。

#### 【0060】

更に、上記実施形態では、平板上の回路基板に弾性表面波素子を実装する例を示したが、本発明はそれに限定されるものではなく、例えば、上面が開口した筐体状容器の内底面に弾性表面波素子を実装し、容器の上面を蓋体で気密封止しても構わない。

#### 【0061】

また更に、第 2 実施形態の弾性表面波素子 10 は、回路基板にフェイスダウン



でフリップチップ実装しても良いし、フェイスアップで回路基板に実装してワイヤボンディングを行っても構わない。

#### 【0062】

更にまた、上記実施形態以外にも、トランスバーサルフィルタ等の他の種類の弾性表面波フィルタや、共振器、デュプレクサ等の他の弾性表面波装置についても、IDT電極を有するものであれば、本発明を適用できることはいうまでもない。

#### 【0063】

##### 【実施例】

次に、本発明に係る弾性表面波装置を作製した実施例について説明する。

#### 【0064】

図6に弾性表面波素子の製造プロセスを示す。なお、製造にはステッパー（縮小投影露光機）及びRIE（Reactive Ion Etching）装置を用いフォトリソグラフィを行った。

#### 【0065】

(1) 圧電基板20（タンタル酸リチウム単結晶の38.7° Yカット）にアセトン・IPA等を使用して超音波洗浄を施し、有機成分の除去を行った。次に、クリーンオープンによって十分に基板乾燥を行った後、圧電基板20の一方主面に電極（最終的に各種電極30となる導体で、便宜上電極30と付す）の成膜を行った。電極30の成膜にはスパッタリング装置を使用し、Al-Cu（Cu1重量%）合金から成る電極30を成膜した。この電極膜厚は約2000 Åとした。

#### 【0066】

また、圧電基板20の他方主面にも、抵抗体40を形成する前のIDT電極30aの放電破壊を防止する目的で、同様に電極（図示せず）の成膜を行った。

#### 【0067】

(2) レジスト110を約0.6 μmの厚みにスピンコートした。

#### 【0068】

(3) ステッパーにより所望形状にパターン化して、現像装置にて不要部分のレ

ジスト 110 をアルカリ現像液で溶解させ、所望レジストパターンを形成した。

【0069】

(4) RIE 装置により Al-Cu 電極 30 のエッチングを行った。

【0070】

(5) レジスト 110 を剥離し、Al-Cu 電極 30 のパターンニングを終了した (図 6 (a) を参照)。

【0071】

(6) SiO<sub>2</sub> から成る保護膜 60 を CVD 装置にて 200 Å の厚みに成膜した (図 6 (b) を参照)。

【0072】

(7) レジスト 110 を約 8 μm 全面に再度塗布し、抵抗体 40 を形成する部分のレジスト 110 を感光させ削除した。(図 6 (c) を参照)

(8) 抵抗体 40 を形成する部分の SiO<sub>2</sub> 保護膜 60 を CDE により除去した (図 6 (d) を参照)。

【0073】

(9) 後に抵抗体 40 となるシリコン膜 40 を 7500 Å の厚さで形成した。成膜にはスパッタ装置を使用し、ターゲットには B をドーピングしたシリコンを用いた。B のドーピング量は成膜後の抵抗体 40 の抵抗率が 1 ~ 100 Ω・m となるように決定し、抵抗体 40 の形状が小型で無理のない形状となるようにした。また、シリコン膜 40 の厚みを、各種電極 30 の厚みである 2000 Å よりも十分に大きい 7500 Å とすることにより、各種電極 30 と抵抗体 40 との電氣的接続を確実なものとした (図 6 (e) を参照)。

【0074】

(10) レジスト 110 とともにレジスト上のシリコン膜 40 をリフトオフにより除去し、抵抗体 40 を形成した。(図 6 (f) を参照)。

【0075】

(11) レジスト 110 を約 8 μm の厚さで全面に再度塗布し、入出力パッド電極 35、36 と接地用環状電極 37 の上の、導体膜 50 を形成する部分のレジスト 110 を感光させ削除した (図 6 (g) を参照)。

**【0076】**

(12) 導体膜50を形成する部分のSiO<sub>2</sub>保護膜60をCDEにより除去した(図6(h)を参照)。

**【0077】**

(13) Cr、Ni、Auをこの順序でそれぞれ100 Å、10000 Å、2000 Åの厚みにスパッタにて成膜し、導体膜50を形成した(図6(i)を参照)。

**【0078】**

(14) レジスト110とともにレジスト上の導体膜50をリフトオフにより除去し、導体膜50のパターンニングを完了した。(図6(j)を参照)。

**【0079】**

(15) ウエハをダイシングラインに沿ってダイシングし、チップごとに分割して弾性表面波素子を完成させた。チップサイズは1.1×1.3 mmとした。

**【0080】**

次に実装について説明する。

**【0081】**

(16) 完成した弾性表面波素子10を、ガラスセラミックスから成る回路基板70にフェースダウン実装した(図2を参照)。まず、回路基板70の、入出力パッド電極35、36及び接地用環状電極37に対応する部分に形成された接続電極80上に半田バンプ90を形成し、その上に弾性表面波素子10をフェースダウンで搭載して超音波を加えて熱圧着し、その後240℃でリフローを行って気密封止した。その後エポキシ系の樹脂を、真空印刷機を用いて印刷し、100℃1時間+150℃3時間の条件で硬化させた。最後に基板を各装置の形状にダイシングして各装置に分割して弾性表面波装置を完成させた。

**【0082】**

このようにして得られる弾性表面波装置に対してヒートサイクル試験を行い、IDT電極30aの放電破壊に対する効果を検証した。試験方法としては、低温側-40℃、高温側+85℃、キープ時間30分、遷移時間2分とし、10サイクル行った。

## 【 0 0 8 3 】

抵抗体 4 0 の形状、数、接続方法を変えて対向する一対の櫛歯状電極間の抵抗値を変化させたサンプルを作成し、上記条件のヒートサイクル試験により放電破壊防止効果を検証した結果、対向する一対の櫛歯状電極間の抵抗値を 3 0 M  $\Omega$  以下とすることにより、確実に放電破壊を防止できることが判った。ちなみに、抵抗体の形状を図 7 に示すような形状とすることにより、一個の抵抗体で 3 7 M  $\Omega$  程度の抵抗値が得られ、無理のない形状で適当な値の抵抗値を有する抵抗体を得ることができた。

## 【 0 0 8 4 】

次に、抵抗体 4 0 の形状、数、接続方法を変えて信号電位の電極とアース電位の電極との間の抵抗値を変化させ、弾性表面波装置（フィルタ）の電気特性（挿入損失）の変化を調べた。その結果を表 1 並びに図 8 に示す。

## 【 0 0 8 5 】

【表 1】

抵抗値 [ $\Omega$ ]	挿入損失 [dB]	挿入損失の変化 [dB]
30M	0.85	0
20M	0.85	0
10M	0.85	0
1M	0.85	0
20k	0.86	0.01
10k	0.89	0.04
5k	0.94	0.09
2k	1.05	0.20
1k	1.27	0.42
500	1.76	0.91

## 【 0 0 8 6 】

表 1 及び図 8 から明らかなように、信号電位の電極とアース電位の電極との間の抵抗値を 2 0 k  $\Omega$  以上とすれば、弾性表面波装置の電気特性が変化しないことが判った（2 0 k  $\Omega$  で挿入損失が 0 . 0 1 d B 変化しているが、これは測定誤差の範囲内であり、実質的には変化していないと考えられる）。また、信号電位の電極とアース電位の電極との間の抵抗値を 2 k  $\Omega$  以上とすれば、挿入損失の劣化を 0 . 2 d B 以内に抑えられることが明らかとなった。一般的に弾性表面波装置

を使用するセットメーカーにおいては、挿入損失に 0.2 dB の差異があると、明らかに特性に差があると判断する。よって、信号電位の電極とアース電位の電極との間の抵抗値を 2 k $\Omega$  以上とすれば、弾性表面波装置の電気特性の変化を許容できるレベルに抑えることが出来る。

#### 【0087】

尚、本実施例では半導体材料にシリコンを使用したか、シリコンに限らず他の半導体材料を使用しても構わない。また、シリコンにドーピングする不純物として B を使用したが、他の元素を使用しても構わない。

#### 【0088】

また、回路基板 70 をガラスセラミックス基板としたが、アルミナなどの他のセラミックス基板、またはガラスエポキシ基板等の樹脂基板でもかまわない。また、電極を Al-Cu 合金から成る電極としたが、Ni や Ti 等他の材料を使用してもよいことはもちろんである。また、保護膜 60 は、酸化シリコン以外に窒化シリコンなどの絶縁性材料を用いても良い。また、エポキシ樹脂の印刷を真空印刷機で行ったが、大気圧中で印刷を行い、その後真空脱泡しても構わない。

#### 【0089】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、IDT 電極の一对の櫛歯状電極同士が抵抗体を介して電氣的に接続されているので、IDT 電極の放電破壊を防止することができる。また、抵抗体がドナーまたはアクセプタと成る不純物を含有した半導体とされている為、抵抗体の形状を小型且つ無理のないものとすることができ、小型で信頼性の高い弾性表面波装置が実現できる。

#### 【0090】

また、本発明によれば、半導体がシリコンとされているため、信頼性の高い弾性表面波装置を低コストで製造することができる。

#### 【0091】

更に、本発明によれば、不純物が B, Al, Ga, In, P, As, Sb の少なくとも一つを含むとされているので、広い範囲の所望の抵抗率を容易に得ることができる。

**【0092】**

また更に、本発明によれば、IDT電極の一对の櫛歯状電極間の抵抗値が、30MΩ以下とされているので、放電破壊の発生を確実に防止できる。

**【0093】**

更にまた、本発明によれば、IDT電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、2kΩ以上30MΩ以下とされているので、放電破壊の発生を確実に防止しつつ、弾性表面波装置の電気特性の悪化を許容できる範囲に抑えることができる。

**【0094】**

そして、本発明によれば、IDT電極の信号側電位となる櫛歯状電極と、アース電位となる電極との間の抵抗値が、20kΩ以上30MΩ以下とされているので、弾性表面波装置の電気特性を悪化させることなく、放電破壊の発生を確実に防止することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の第1実施形態に係る弾性表面波装置に用いられる弾性表面波素子の電極構造を模式的に示す平面図である。

**【図2】**

本発明の第1実施形態に係る弾性表面波装置の全体構造を模式的に示す断面図である。

**【図3】**

本発明の第1実施形態に係る弾性表面波装置の電氣的等価回路を示す図である。

**【図4】**

本発明の第2実施形態に係る弾性表面波装置に用いられる弾性表面波素子の電極構造を模式的に示す平面図である。

**【図5】**

本発明の第3実施形態に係る弾性表面波装置に用いられる弾性表面波素子の電極構造を模式的に示す平面図である。

**【図 6】**

(a) ～ (j) は、それぞれ本発明の第 1 実施形態に係る弾性表面波装置における弾性表面波素子の製造工程を模式的に示す断面図である。

**【図 7】**

本発明の実施例において形成した抵抗体の構造の一例を模式的に示す平面図である。

**【図 8】**

本発明の実施例の弾性表面波装置における、信号電位となる電極とアース電位となる電極との間の抵抗値と、挿入損失の関係を示す特性図である。

**【図 9】**

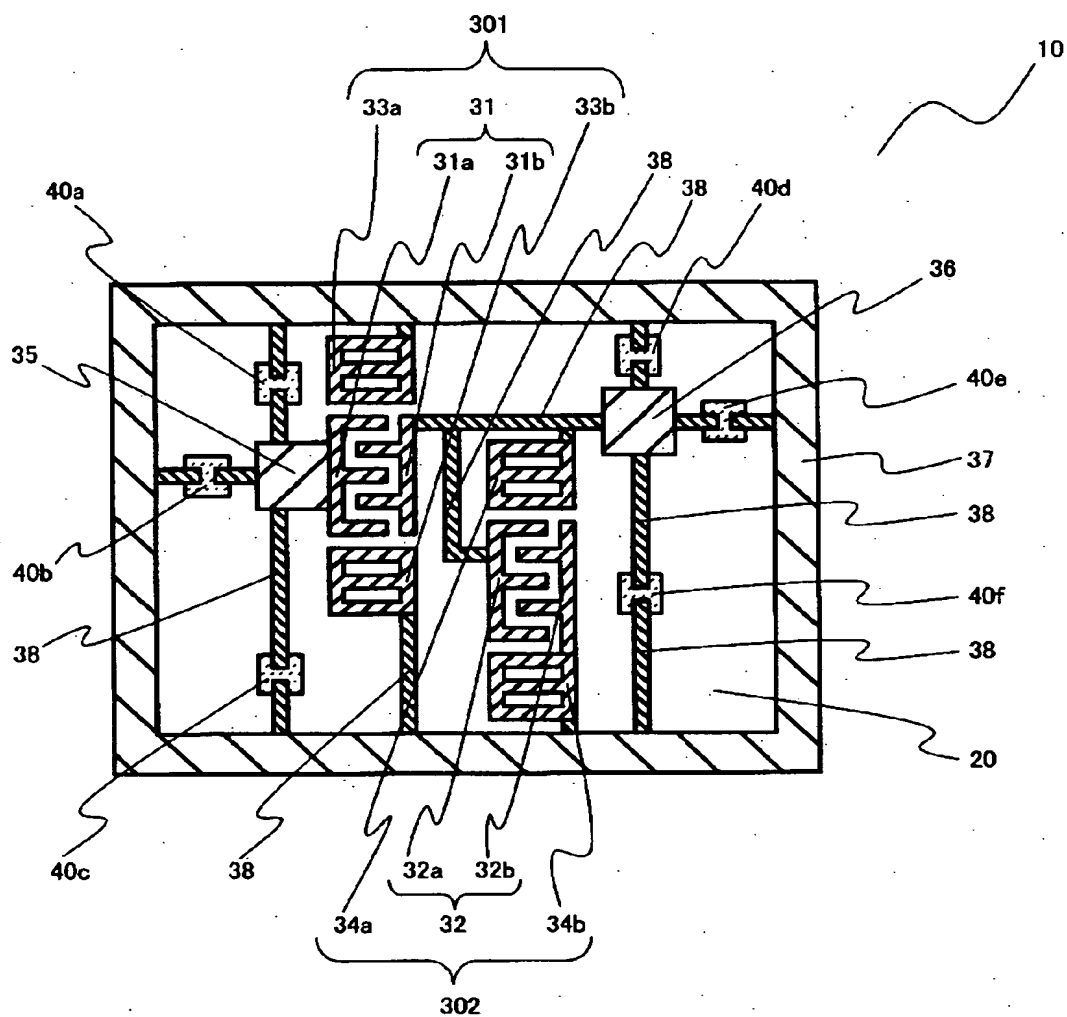
従来の弾性表面波装置に用いられる弾性表面波素子の電極構造を模式的に示す平面図である。

**【符号の説明】**

- 10：弾性表面波素子
- 31、32：IDT電極
- 33、34：反射器電極
- 35、36：入出力パッド電極
- 37：接地用環状電極
- 38：接続電極
- 39：アース用パッド電極
- 40：抵抗体
- 60：保護膜
- 70：回路基板
- 80：接続電極
- 90：バンプ
- 100：樹脂

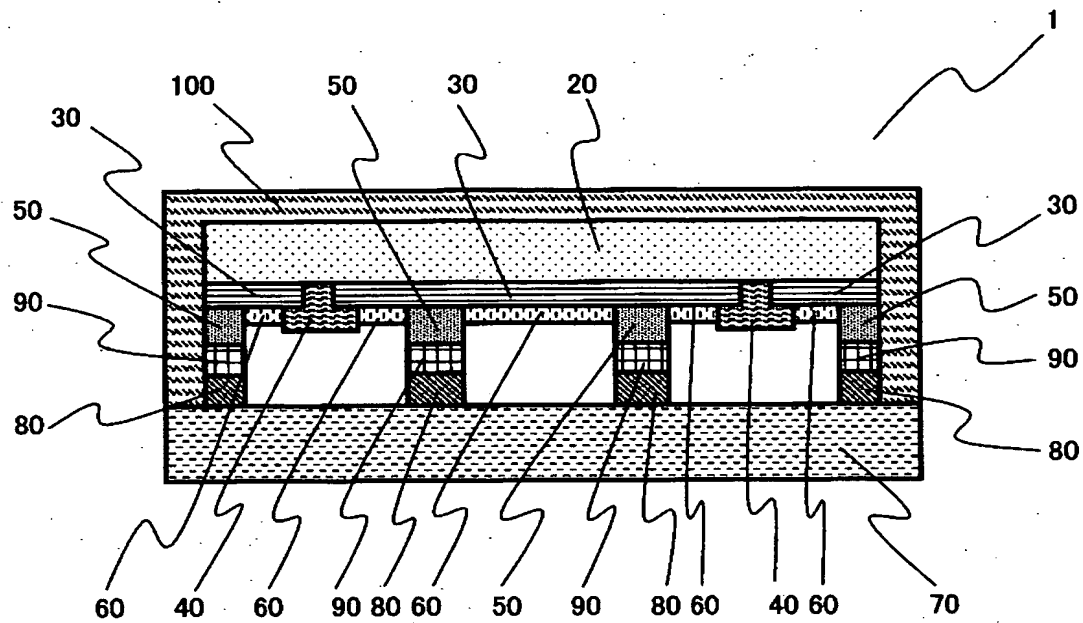
【書類名】 図面

【図 1】

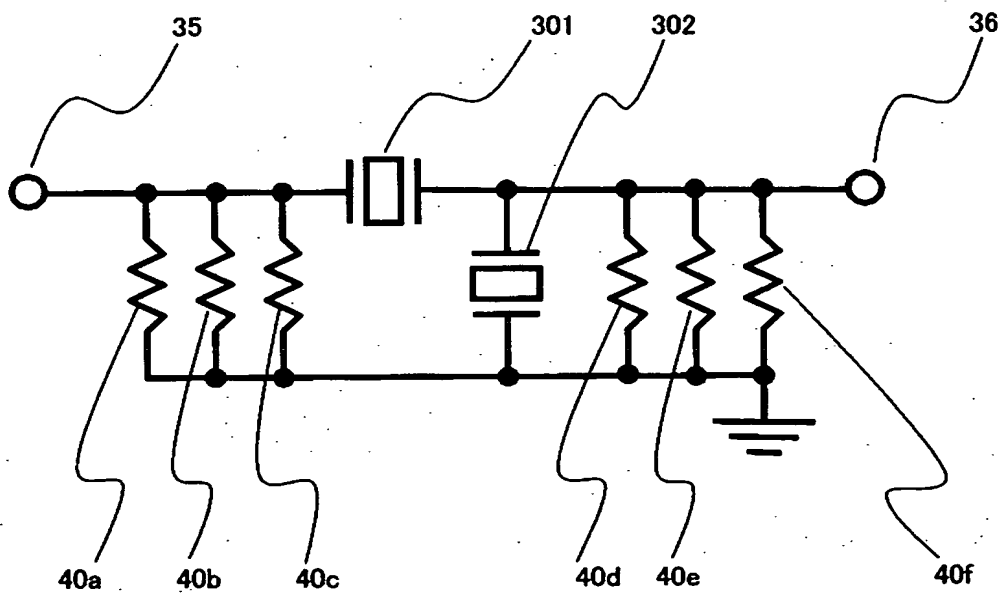




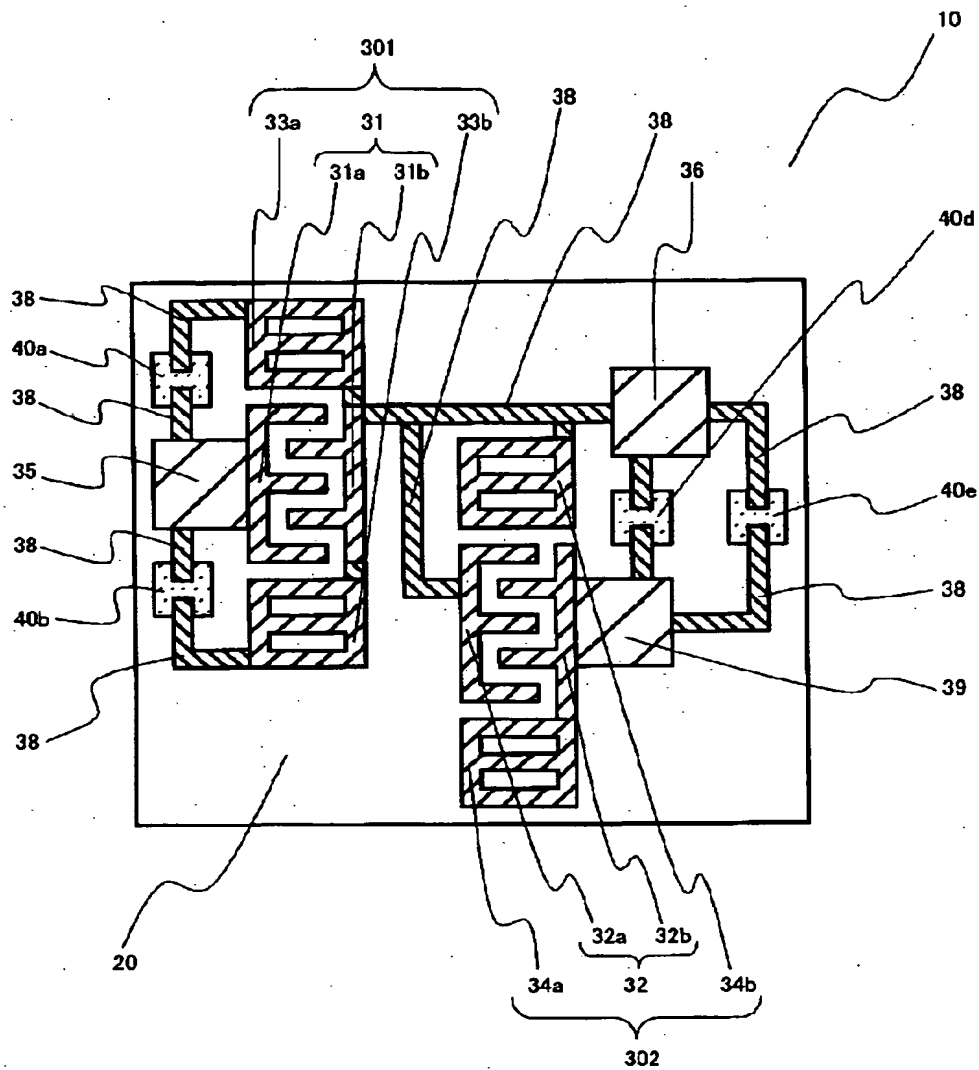
【図 2】



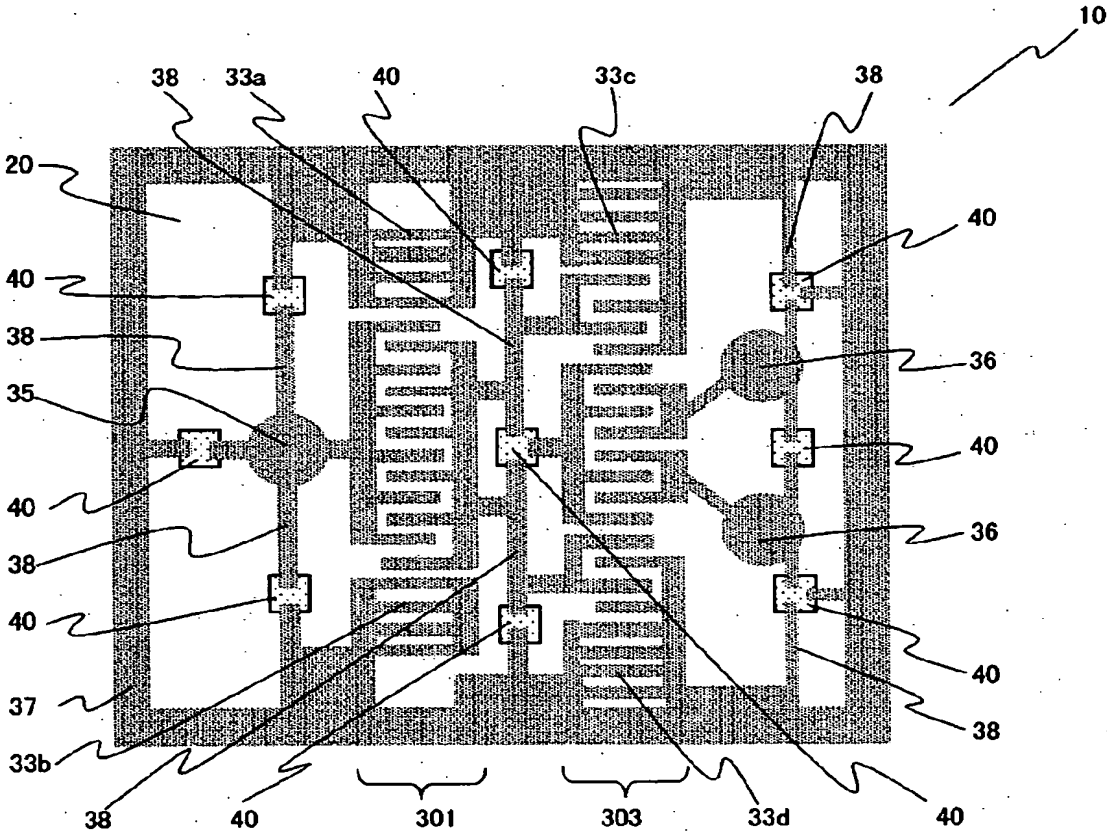
【図 3】



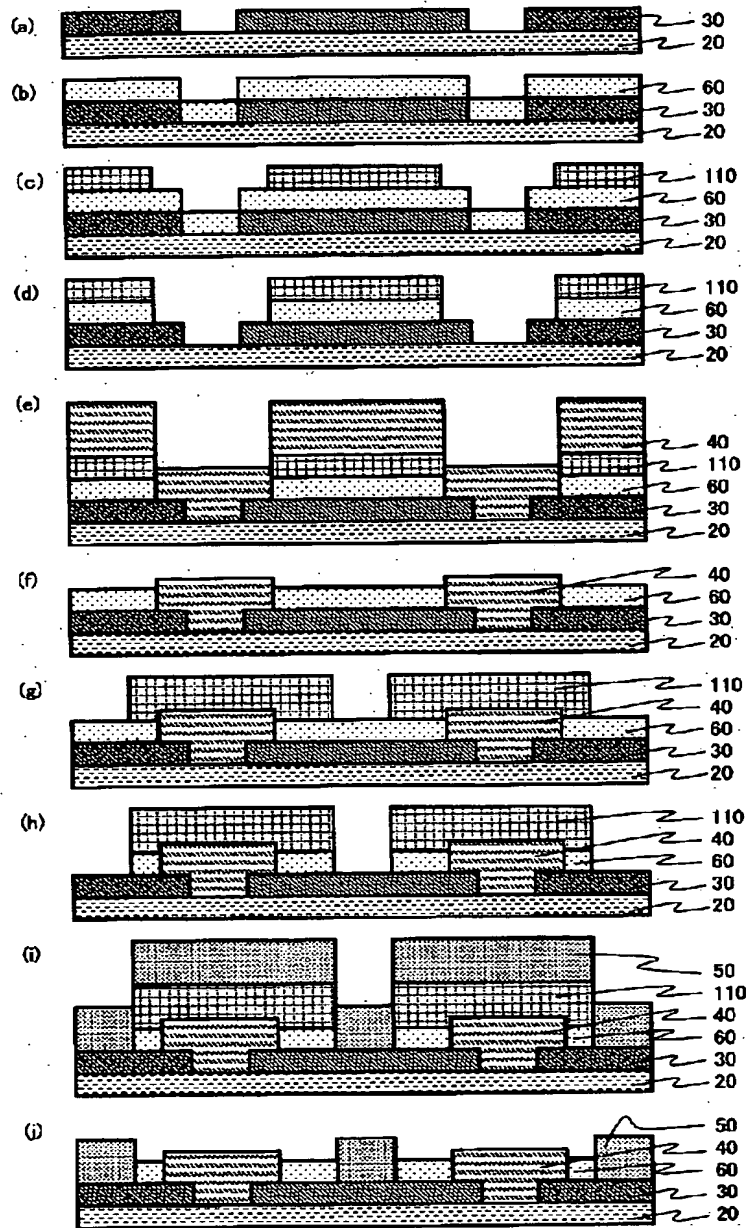
【図 4】



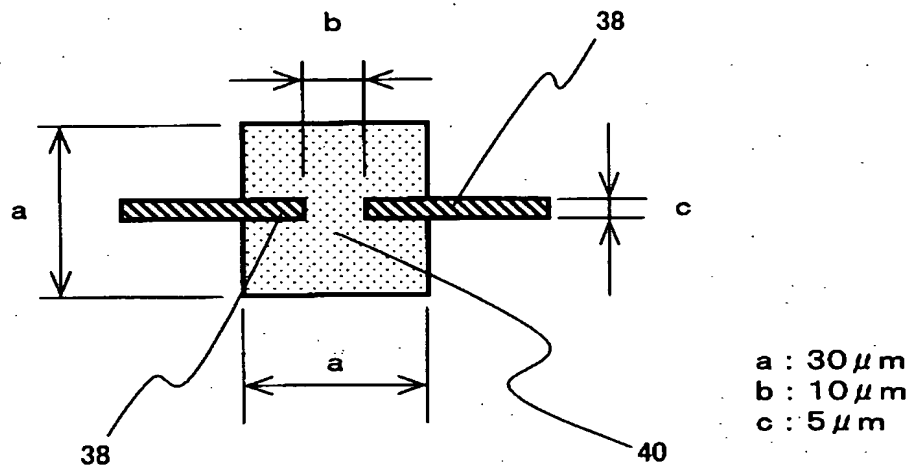
【図 5】



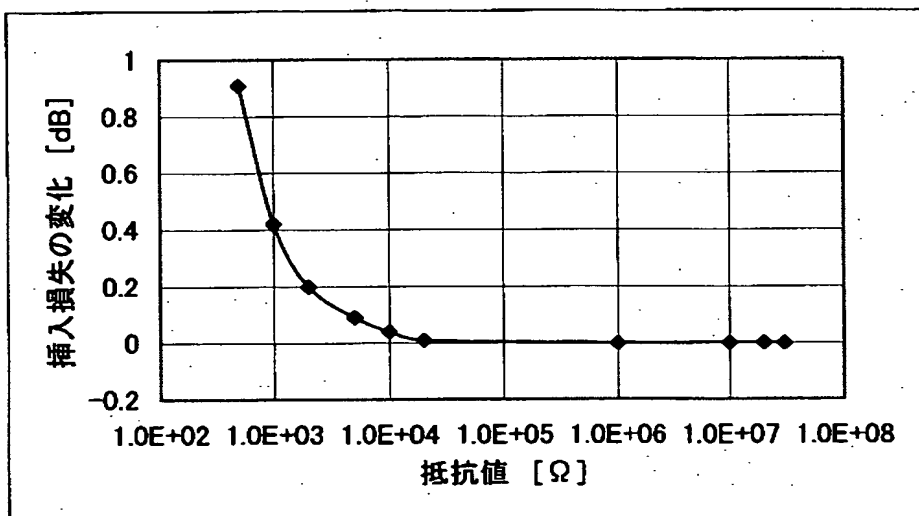
【図 6】



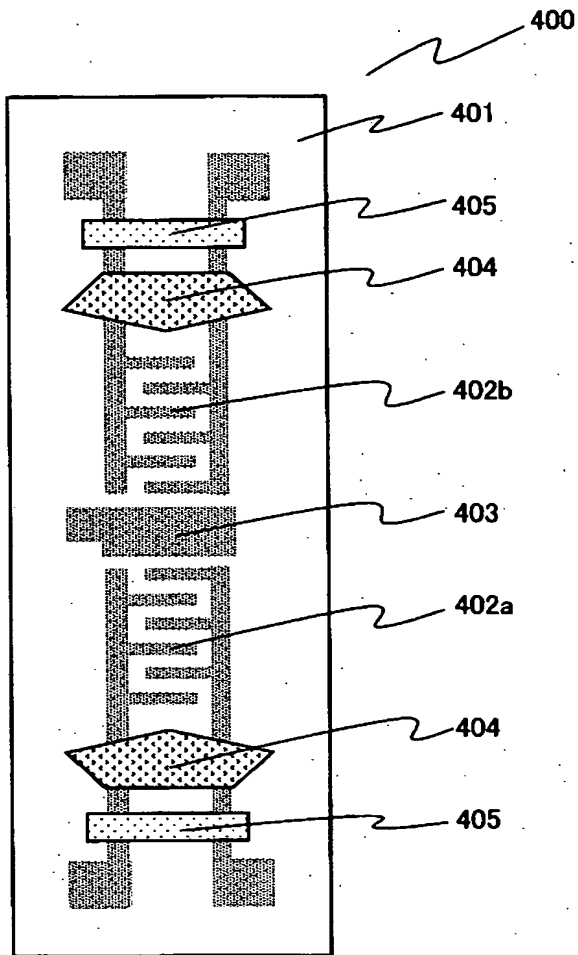
【図 7】



【図 8】



【図 9】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** I D T 電極の静電破壊を防止し、小型で信頼性に優れた弾性表面波装置を提供する。

**【解決手段】** 圧電基板の一方主面に複数の I D T 電極及びアース電位となる電極を形成した弾性表面波素子を、回路基板に実装して成る弾性表面波装置において、前記 I D T 電極の一対の櫛歯状電極同士を、ドナーまたはアクセプタと成る不純物を含有した半導体からなる抵抗体を介して電氣的に接続する。

**【選択図】 図 1**

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 8 9 3 6 2
受付番号	5 0 3 0 0 5 0 9 3 4 2
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月27日
-------	-------------

次頁無



特願 2 0 0 3 - 0 8 9 3 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 3 3 ]

1. 変更年月日            1 9 9 0 年    8 月 1 0 日  
    [変更理由]        新規登録  
          住 所        京都府京都市山科区東野北井ノ上町 5 番地の 2 2  
          氏 名        京セラ株式会社
  
2. 変更年月日            1 9 9 8 年    8 月 2 1 日  
    [変更理由]        住所変更  
          住 所        京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
          氏 名        京セラ株式会社